الجمهورية الجزائرية الديموقراطية الشعبية

وزارة التربية الوطنية

امتحان البكالوريا التجريبي الوطني الموحد

الشعبة: رياضيات، تقني رياضي

- دورة ماي 2022 -

اختبار في مادة: العلوم الفيزيائية

المدة: 4سا و30د

على المترشح أن يختار أحد الموضوعين الآتيين:

الموضوع الأول

يحتوي الموضوع الأول على 05 صفحات (من الصفحة 01 من 10 إلى الصفحة 05 من 10)

التمرين الأول: (06 نقاط)



يُنفخ منطاد مسبار من المطاط الرقيق الجد مرن، بواسطة غاز الهيليوم. تربط تحت المنطاد سلة تحمل التجهيز العلمي اللازم لدراسة تركيب الهواء الجوي. ينفجر الجدار المطاطي للمنطاد عندما يكون موجودا على ارتفاع محصور بين 20 و30 كيلومترا.

بعد الانفجار، تفتح مظلة صغيرة كي تعود بالسلة ومحتواها إلى سطح الأرض.

تُدرس الجملة (منطاد + سلة + التجهيز العلمي) ذات الكتلة m ومركز عطالتها G في مرجع سطحي أرضي نعتبره غاليليا.

يهدف التمرين إلى دراسة ميكانيك طيران منطاد مسبار على ارتفاعات منخفضة.

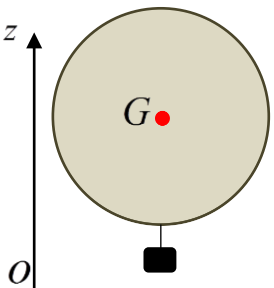
- **المعطيات:**

- كتلة المنطاد: $m_1 = 2,1kg$ - حجم المنطاد: $V_b = 9,0m^3$ - قيمة تسارع الجاذبية: $g = 9,8m.s^{-2}$

- كتلة السلة فارغة: $m_0 = 0,5kg$ - الكتلة الحجمية للهواء: $\rho = 1,29kg.m^{-3}$

شدة قوة احتكاك الهواء على الجملة تعطى بالعلاقة: $f = A\cdot\rho\cdot v^2$ بحيث A ثابت من أجل ارتفاعات منخفضة ، نفرض أنه لا توجد رياح تُحرف حركة الجملة عن منحاها الشاقولي وأن حجم السلة مهمل بالنسبة لحجم المنطاد.

1. ينطلق المنطاد من السكون و يصعد شاقوليا نحو الأعلى.



الشكل.1: حركة صعود منطاد مسبار

1.1.أحص القوى الخارجية المطبّقة على مركز عطالة الجملة G، ثم مثّلها على الشكل1.

2.1. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على مركز عطالة الجملة، بيّن أنّ المعادلة التفاضلية تكتب على الشكل: $\frac{dv}{dt} + \frac{A\cdot\rho}{m}\cdot v^2 = g\left(\frac{\rho\cdot V_b}{m} - 1\right)$

3.1. استنتج عبارة كل من: التسارع الابتدائي a_0 والسرعة الحدية $v_{\lim}$.

4.1. باستعمال التحليل البعدي، حدّد وحدة الثابت A.

2 . يمكن للمنطاد أن يرتفع إذا كان شعاع التسارع غير معدوم وموجّه نحو الأعلى.

1.2. حدّد الشرط اللازم لارتفاع المنطاد الذي تحقّقه كتلة الجملة، ممّا يلي:

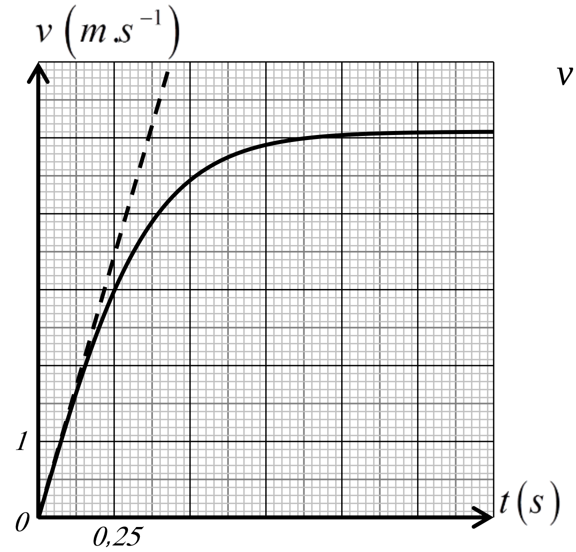
أ) $m < \rho\cdot V_b$ ب) $m > \rho\cdot V_b$

2.2. أحسب الكتلة الأعظمية m_2 للتجهيز العلمي الذي يمكن حمله على متن السلة.

3. دراسة حركة المنطاد مكنتنا من الحصول على البيان $v = f(t)$ الموضح في الشكل 2.

1.3. حدّد قيمة السرعة الحدية $v_{\lim}$، والتسارع الابتدائي a_0.

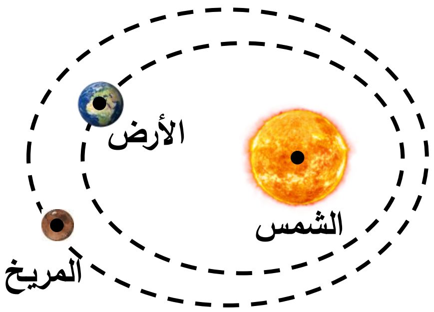
2.3. استنتج قيمة كل من: m_2' كتلة التجهيز العلمي المستعمل، والثابت A.



الشكل 2: تغيّرات سرعة مركز عطالة الجملة بدلالة الزمن.

التمرين الثاني: (04 نقاط)

مِثل كل الكواكب في نظامنا الشمسي، تدور الأرض والمريخ حول الشمس. لكن الأرض أقرب إلى الشمس، وبالتالي تتسابق على طول مدارها بسرعة أكبر. " **تقوم الأرض برحلتين حول الشمس في نفس الوقت تقريبًا الذي يستغرقه المريخ للقيام برحلة واحدة** ". لذلك في بعض الأحيان يكون الكوكبان على جانبين متقابلين من الشمس، متباعدان جدًا، وفي أحيان أخرى، تلحق الأرض بجارتها وتمر بالقرب منها نسبيًا في ظاهرة تدعى بـ"التقابل".



الشكل.3: رسم يوضح مسارات بعض الكواكب حول الشمس.

يهدف التمرين إلى دراسة بعض مميزات كوكبي الأرض والمريخ، والتعرف على ظاهرة "التقابل".

- **المعطيات:**
- ثابت التجاذب الكوني: $G = 6{,}67 \times 10^{-11}\, SI$ — كتلة الشمس: $M_S = 2 \times 10^{30}\, kg$
- الوحدة الفلكية $U.A$: $1U.A = 1{,}5 \times 10^{8}\, km$

1. يوضّح الشكل.3 نظرة العالم كبلر لحركة الكواكب حول الشمس في بداية دراسته. اشرح ذلك.
2. نعتبر أن حركة كل من الأرض والمريخ حول الشمس دائرية منتظمة. (نهمل باقي القوى المؤثرة على الكوكبين أمام تأثير قوة الجذب العام التي تطبقها الشمس).

1.2. حدّد المرجع المناسب للدراسة، وعرّفه.

2.2. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على مركز عطالة كوكب (P)، بيّن أنّ عبارة سرعته المدارية v_P تكتب على الشكل التالي: $v_P = \sqrt{\dfrac{G \cdot M_S}{r_P}}$

حيث M_S كتلة الشمس (S) و r_P نصف قطر مدار الكوكب (P).

3.2. استنتج عبارة القانون الثالث لكبلر.

4.2. الجدول التالي يوضح بعض خصائص الكواكب المدروسة:

- أنقل الجدول على ورقة الإجابة وأكمله.

الكوكب (P)	الأرض	المريخ
الدور $T_P\,(jour)$	$365,25$	...
نصف قطر المدار $r_P\,(U.A)$	...	$1,515$
$\frac{T_P^{\,2}}{r_P^{\,3}}\,(s^2.m^{-3})$	...	...

3. خلال سنوات مضت وقعت ظاهرة فلكية تدعى "التقابل"، بحيث يكون المريخ، الأرض والشمس على استقامة واحدة بحيث يمكن مشاهدته باستعمال تيليسكوب أو حتى بعض المرات بواسطة العين المجردة.

1.3. أحسب النسبة $\frac{T_T}{T_M}$ بين دور الأرض ودور المريخ حول الشمس.

2.3. ناقش صحّة العبارة " **تقوم الأرض برحلتين حول الشمس في نفس الوقت تقريبًا الذي يستغرقه المريخ للقيام برحلة واحدة** ".

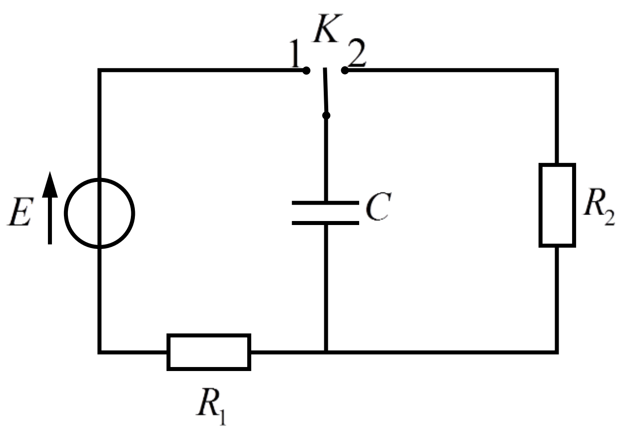
التمرين الثالث: (06 نقاط)

للمكثفات دور أساسي في بعض الأجهزة الكهربائية نتيجة ميزتها في تخزين الطاقة وإرجاعها عند الحاجة. وكذلك إمكانية التحكم في مدة شحنها وتفريغها

يهدف التمرين الى دراسة شحن وتفريغ مكثفة

من أجل ذلك ننجز التركيب الممثل في الشكل.4، المكون من:

- مولد للتوتر قوته المحركة الكهربائية E.
- ناقلين أوميين مقاومتيهما $R_1 = 100\Omega$ و R_2.
- مكثفة سعتها C غير مشحونة. – بادلة K.



الشكل. 4 دارة تجربة شحن وتفريغ مكثفة

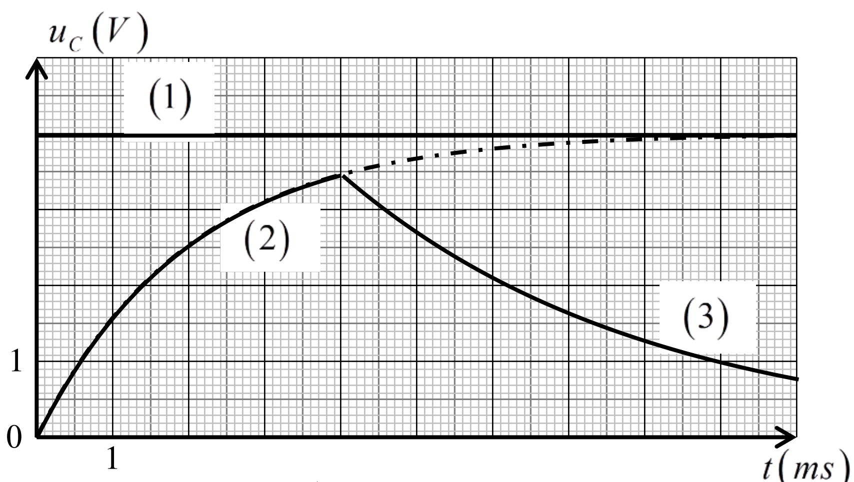
I. عند اللحظة $t = 0$ نضع البادلة في الوضع (1).

1. أنقل الدارة على ورقة الإجابة، ومثل عليها بأسهم اتجاه التيار والتوتر بين طرفي المكثفة u_C، التوتر بين طرفي الناقل الأومي u_{R_1}.

2. بواسطة برمجية مناسبة تحصلنا على بياني التوترين u_C و E الممثلين في الشكل.5، بالاعتماد عليه:

1.2. عيّن قيمة E وثابت الزمن τ_1.

2.2. تحقّق من أن سعة المكثفة $C = 20\mu F$.



الشكل. 5 تطور التوتر بين طرفي المكثّفة خلال الدراسة

3. بتطبيق قانون جمع التوترات، جد المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر بين طرفي المكثفة u_C.

4. حل المعادلة التفاضلية يكتب من الشكل: $u_C(t)=A(1-e^{-\alpha.t})$، حيث أن A و α ثابتين موجبين.

– حدّد عبارة كل من: α و A بدلالة مميزات الدارة.

5. أحسب قيمة الطاقة المخزنة في المكثفة عند اللحظة $t_1=4ms$.

II. يتم إيقاف شحن المكثفة عند اللحظة $t_1=4ms$ وذلك بتغيير وضع البادلة إلى الوضع (2)، فتتفرغ المكثفة في الناقل الأومي R_2، يمثّل البيان.3 (الشكل.5) تغيّرات التوتر u_C بدلالة الزمن، ونختار t_1 مبدأ للأزمنة.

1. اعتمادا على البيان.3، حدّد قيمة ثابت الزمن τ_2، واستنتج قيمة مقاومة الناقل الأومي R_2.

2. أحسب قيمة الطاقة المحولة في الناقل الأومي R_2 عند اللحظة $t_2=8ms$.

التمرين التجريبي: (06 نقاط)



للأسترات دور هام في كيمياء العطور وفي الصناعة الغذائية لكونها تملك رائحة مميزة كرائحة الأزهار أو الفواكه، كما تستخدم في الصناعات الصيدلانية.

توجد الأسترات طبيعيا في النباتات أو تُفرزها بعض الحشرات، كما يمكن اصطناعها في المخبر عن طريق تفاعل الكحولات مع الأحماض الكربوكسيلية.

نحن سندك

يهدف التمرين إلى دراسة محلول مائي لحمض الإيثانويك ثم متابعة تطور تفاعل الأسترة.

1. دراسة محلول مائي لحمض الإيثانويك:

نحضّر محلولا مائيا (S_0) لحمض الإيثانويك CH_3COOH تركيزه المولي $c_0=10^{-2}mol/L$ وحجمه V_0.

أعطى قياس pH القيمة $3,4$.

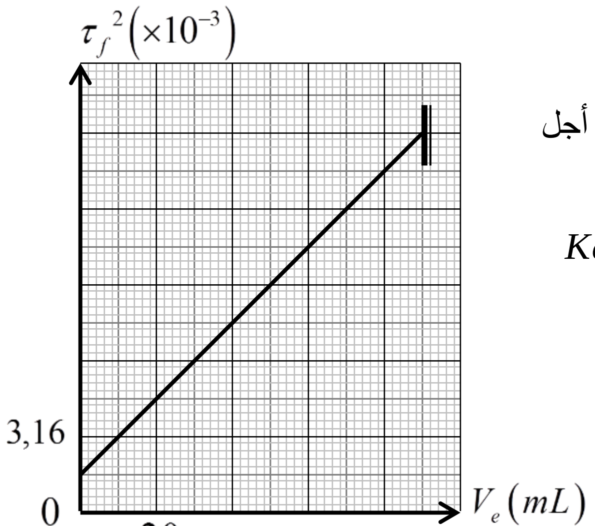
1. أكتب معادلة تفاعل حمض الإيثانويك مع الماء.

2. أعط عبارة نسبة التقدم النهائي τ_{f0} بدلالة الـ pH و c_0 ثم بيّن أن حمض الإيثانويك ضعيف.

3. نمدّد المحلول (S_0) وذلك بإضافة حجما V_e من الماء للحصول على محلول (S_1) تركيزه المولي c_1 وحجمه V_1.

1.3. جد عبارة ثابت الحموضة Ka للثنائية (CH_3COOH/CH_3COO^-) بدلالة τ_f و c_1.

2.3. من أجل $\tau_f \ll 1$، بيّن أن $\tau_f^{\,2}=\frac{Ka}{c_0\cdot V_0}V_e+\frac{Ka}{c_0}$



الشكل. 6 تغيرات τ_f^2 بدلالة حجم الماء المضاف

4. يمثّل الشكل.6 تغيرات τ_f^2 بدلالة حجم الماء المضاف V_e من أجل $\tau_f \ll 1$.

1.4. اعتمادا على البيان، جد قيمة كل من: ثابت الحموضة Ka والحجم V_0.

2.4. استنتج تأثير تمديد المحلول على نسبة التقدم النهائي.

2. متابعة تطور تفاعل الأسترة:

لدراسة تطور تفاعل الأسترة، نمزج في بيشر $0,5mol$ من حمض الإيثانويك CH_3COOH و $0,5mol$ من كحول صيغته العامة C_4H_9OH وبعض قطرات من حمض

الكبريت المركز، نوزعه بالتساوي على عشرة أنابيب اختبار مرقمة من *1* إلى *10* ونسدها بإحكام ثم نضعها عند اللحظة $t=0$ في حمام مائي درجة حرارته ثابتة.

1. اكتب معادلة تفاعل الأسترة الحادث في أنبوب اختبار.

2. أنشئ جدولا لتقدم التفاعل الذي يحدث في كل أنبوب اختبار.

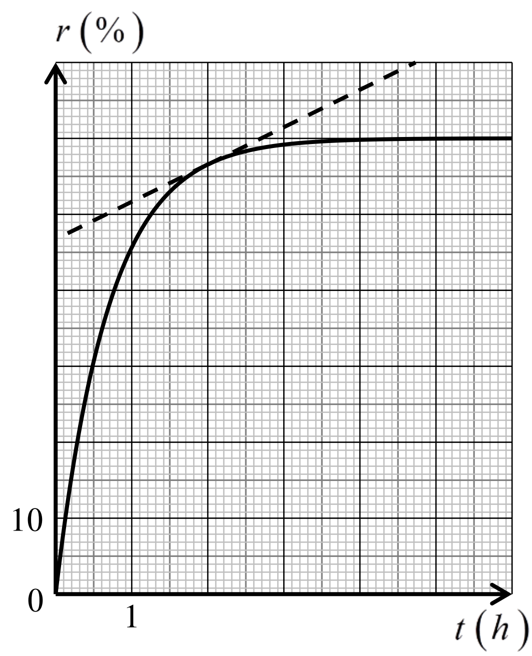
3. مكّنت معايرة محتوى أنابيب الاختبار السابقة، عند لحظات مختلفة، من رسم البيان $r=f(t)$ حيث r مردود تفاعل الأسترة عند لحظة t في أنبوب اختبار (الشكل.7).

1.3. عرّف سرعة التفاعل، وبيّن أنها تُكتب على الشكل التالي: $v=5\times10^{-4}\cdot\dfrac{dr}{dt}$

2.3. أحسب سرعة التفاعل عند اللحظة $t=2h$.

3.3. حدّد قيمة مردود تفاعل الأسترة عند بلوغ التوازن، واستنتج صنف الكحول المستعمل.

4.3. أعط تسمية كل من الكحول المستعمل والأستر المتشكل.



الشكل. 7 تطور مردود التفاعل r بدلالة الزمن

انتهى الموضوع الأول

الموضوع الثاني

يحتوي الموضوع الثاني على 05 صفحات (من الصفحة 06 من 10 إلى الصفحة 10 من 10)

التمرين الأول: (04 نقاط)

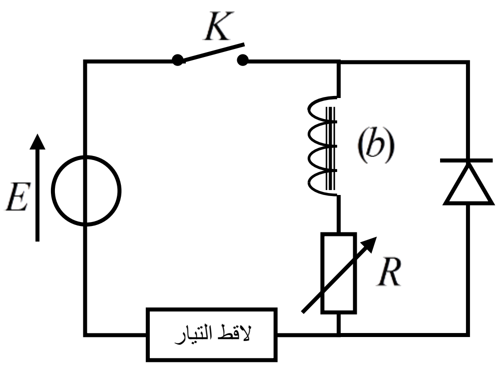


الوشيعة عبارة عن سلك طويل من النحاس ملفوف حول أسطوانة عازلة. تحتوي كثير من الأجهزة مثل مكبرات الصوت، التلفزيونات، المحركات والمنوّبات على الوشائع.

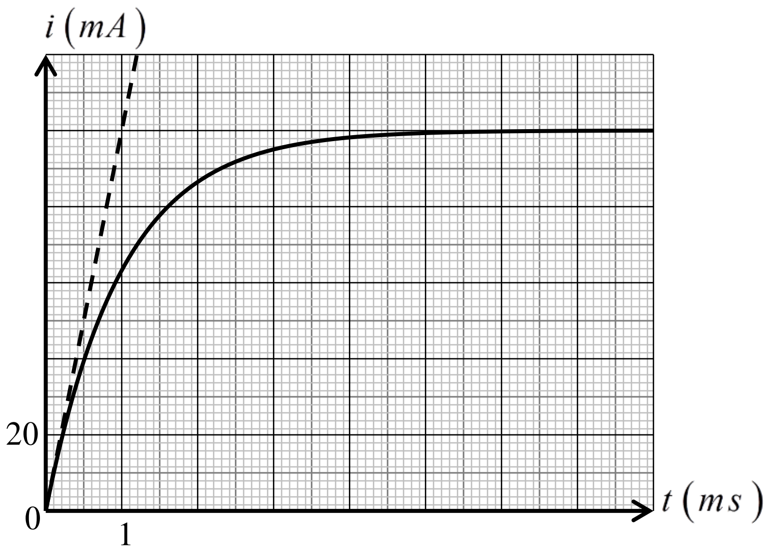
يهدف التمرين إلى تحديد مميزات وشيعة ودراسة تأثير بعض العوامل على تأسيس التيار.

تتكون دارة كهربائية من مولد ذو توتر ثابت $E=10V$، وعلبة مقاومات R، ووشيعة (b) بنواة حديدية ذاتيتها L ومقاومتها الداخلية r، قاطعة K وصمام ثنائي. (الشكل.1)

1. نضبط ذاتية الوشيعة على القيمة L_0 والمقاومة على القيمة R_0 ثم نغلق القاطعة عند اللحظة $t=0$، ونسجل بواسطة لاقط التيار لجهاز $ExAO$ تطور شدة التيار $i(t)$. نحصل على بيان الشكل.2 الممثل لتغيّرات شدة التيار الكهربائي $i(t)$ المار في الدارة بدلالة الزمن.



الشكل 1



الشكل. 2 تغيّرات شدة التيار الكهربائي i بدلالة الزمن

1.1. وضّح أهمية النواة الحديدية.

2.1. جد المعادلة التفاضلية لشدة التيار الكهربائي المار في الدارة.

3.1. حل المعادلة التفاضلية السابقة من الشكل: $i(t)=A+B\cdot e^{\alpha.t}$ حيث A، B و α ثوابت يطلب تعيين عبارة كل منها بدلالة مميزات الدارة.

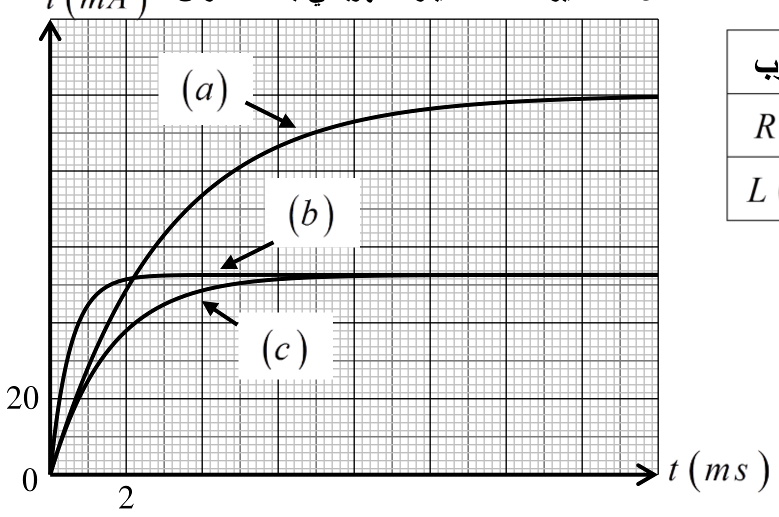
4.1. احسب معامل توجيه المماس عند اللحظة $t=0$، ثمّ استنتج قيمة ذاتية الوشيعة L_0.

5.1. عيّن قيمة ثابت الزمن τ_0.

6.1. جد قيمة كل من: r و R_0، علما أنه في النظام الدائم يكون لدينا: $\frac{u_R}{u_b}=9$

2. لدراسة تأثير ذاتية الوشيعة، ومقاومة الناقل الأومي على تأسيس التيار الكهربائي المار في الدارة، نقوم بتغيير الذاتية L والمقاومة R، حسب الجدول التالي:

الشكل. 3 تغيرات شدة التيار الكهربائي بدلالة الزمن



التجارب	01	02	03
$R\,(\Omega)$	$R_1=R$	$R_2=2R$	$R_3=2R$
$L\,(H)$	$L_1=3L$	$L_2=3L$	$L_3=L$

تمكّننا من تمثيل البيانات (a,b,c) الموافقة للتجارب الثلاثة (الشكل.3).

- ارفق كل تجربة بالبيان الموافق مع التعليل.





التمرين الثاني: (04 نقاط)

"**تيي**" هي ملكة مصرية قديمة عُثر على مومياءها في مقبرة بوادي الملوك سنة 1898م؛ وتم الكشف عن أنها المومياء الملقبة بـ "السيدة العظيمة" وذلك في عام 2010.

الدراسات الأولية التي تمت على المومياء بينت مبدئيا أنها توفيت قبل 3000 إلى 4000 سنة.

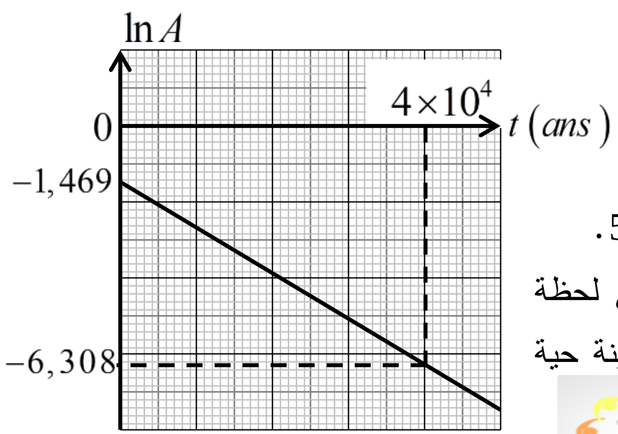
يهدف التمرين إلى دراسة تفكك الكربون المشع وتحديد تاريخ وفاة الملكة تي.

$^{15}_{5}B$	$^{16}_{6}C$	$^{17}_{7}N$	$^{18}_{8}O$
$^{14}_{5}B$	$^{15}_{6}C$	$^{16}_{7}N$	$^{17}_{8}O$
$^{13}_{5}B$	$^{14}_{6}C$	$^{15}_{7}N$	$^{16}_{8}O$
$^{12}_{5}B$	$^{13}_{6}C$	$^{14}_{7}N$	$^{15}_{8}O$
$^{11}_{5}B$	$^{12}_{6}C$	$^{13}_{7}N$	$^{14}_{8}O$
$^{10}_{5}B$	$^{11}_{6}C$	$^{12}_{7}N$	$^{13}_{8}O$

الشكل. 4 جزء من المخطط $(N=f(Z))$

يمثل الشكل.4 جزء من مخطط $(N-Z)$ حيث تمثل المنطقة المظللة وادي الاستقرار الذي يشمل الأنوية المستقرة.

1. عرف ما يلي: نظائر، تفكك β^-.
2. اعتمادا على الشكل.4، اكتب معادلة تفكك النواة $^{14}_{6}C$ مع تحديد النواة البنت الناتجة $^{A}_{Z}X$ والجسيم الصادر.
3. دراسة النشاط الاشعاعي لعينة مشعة من الكربون 14 مكنتنا من الحصول على الشكل.5 يمثل تغيرات $\ln A(t)$ لعينة مشعة من الكربون 14 بدلالة الزمن.



الشكل. 5 تغيرات $\ln A$ بدلالة الزمن

1.3. أعط عبارة قانون النشاط الاشعاعي $A(t)$، وبيّن أنّه يكتب على الشكل: $\ln A(t)=-\lambda t+\ln A_0$

2.3. استنتج بيانيا ثابت النشاط الاشعاع λ، وبيّن أنّ قيمة زمن نصف العمر $t_{1/2}$ للكربون 14 هي $5730ans$.

3.3. أخذت عيّنة من المومياء، وتم قياس نشاطها الاشعاعي لحظة العثور عليها فأعطى القيمة $0{,}154Bq$ في حين أن نشاط عينة حية مماثلة لها في الكتلة هو $0{,}230Bq$.

- حدد تاريخ وفاة "**الملكة تي**".

4.3. حسب النتائج المحسوبة سابقا، وضح إن كانت النتائج الأولية صحيحة.

التمرين الثالث: (06 نقاط)



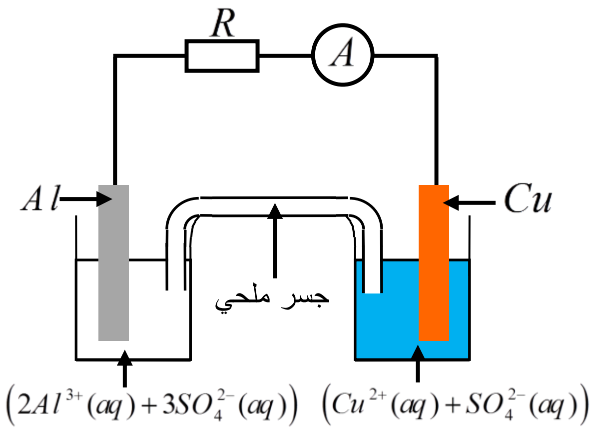
الألمنيوم هو أكثر المعادن انتشاراً في القشرة الأرضية، حيث يشكّل الألمنيوم حوالي 8% من كتلة سطح الأرض الصلب.

يمتاز الألمنيوم بمقاومته للتآكل وبانخفاض كثافته؛ ممّا جعله محطّ اهتمامٍ في مجالات عدة.

يهدف التمرين إلى دراسة عمود كهروكيميائي وحركية التفاعل الكيميائي بين معدن الألمنيوم وشوارد الهيدرونيوم.

- **الجزء الأول:**

- في كأس بيشر (1)، نغمر صفيحة ألمنيوم $Al(s)$ كتلة الجزء المغمور منها $m_1 = 1g$ في محلول كبريتات الألمنيوم $\left(2Al^{3+}(aq) + 3SO_4^{2-}(aq)\right)$ حجمه $V_1 = 50mL$ وتركيز شوارد الألومنيوم فيه $\left[Al^{3+}\right]_0 = 0,5mol/L$.
- في كأس بيشر (2)، نغمر صفيحة النحاس $Cu(s)$ كتلتها m_2 في محلول كبريتات النحاس $\left(Cu^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq)\right)$ حجمه $V_2 = 50mL$ وتركيز شوارد النحاس فيه $\left[Cu^{2+}\right]_0 = 0,5mol/L$.



الشكل. 6 عمود ألمنيوم – نحاس

- نصل المحلولين ببعضهما بواسطة جسر ملحي ونربط الصفيحتين بجهاز أمبير متر وناقل أومي. (الشكل.6)

خلال اشتغال العمود نلاحظ مرور التيار من صفيحة النحاس نحو صفيحة الألومنيوم.

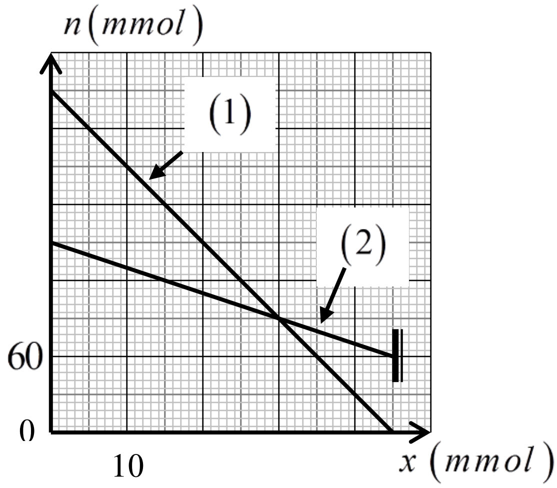
معطيات: $F = 96500C.mol^{-1}$ ، $M(Al) = 27g.mol^{-1}$

1. حدّد قطبي هذا العمود ثم اعط الرمز الاصطلاحي للعمود.
2. اكتب المعادلتين النصفيتين الإلكترونيتين عند كل مسرى، ثم معادلة التفاعل المُنمذج للتحول الحادث في العمود.
3. علما أن ثابت التوازن لهذا التفاعل هو $K = 10^{200}$، احسب كسر التفاعل الابتدائي $Q_{r,i}$ ثمّ بيّن جهة التطور التلقائي للجملة الكيميائية.
4. أنشئ جدول تقدم التفاعل، وجد قيمة التقدم الأعظمي x_{max}.
5. احسب كمية الكهرباء الأعظمية التي ينتجها العمود Q_{max}.
6. استنتج تغير كتلة معدن الألمنيوم $\Delta m(Al)$ في الحالة النهائية.

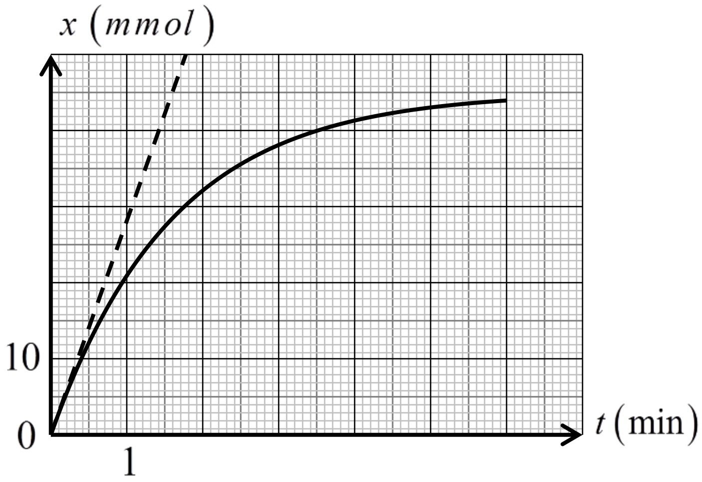
- **الجزء الثاني:**

لدراسة حركية التفاعل الكيميائي بين معدن الألمنيوم وشوارد الهيدرونيوم. نضع عند اللحظة $t = 0$، كتلة m_0 من الألمنيوم الصلب في دورق به حجم $V = 100mL$ من محلول حمض كلور الماء تركيزه المولي c، ننمذج التحول الكيميائي الحادث بالمعادلة التالية: $2Al(s) + 6H_3O^+(aq) = 2Al^{3+}(aq) + 3H_2(g) + 6H_2O(l)$

المتابعة الزمنية لهذا التحول مكّنتنا من تمثيل البيانات الموضّحة في الشكل.7 الممثل لتغيّرات كميات مادة المتفاعلات بدلالة التقدم x، الشكل.8 الممثل لتغيّرات تقدم التفاعل x بدلالة الزمن.



الشكل.7 تغيّرات كميات مادة المتفاعلات بدلالة التقدم x



الشكل. 8 تغيّرات تقدم التفاعل x **بدلالة الزمن**

1. أنشئ جدولا لتقدم التفاعل الحادث.
2. من بين البيانين (1) و (2)، حدّد الموافق لتغيرات $n(Al)$ مع التعليل.
3. عيّن المتفاعل المحد، واستنتج قيمة التقدم الأعظمي $x_{\max}$.
4. عرّف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$. ثم عيّن قيمته.
5. أعط عبارة السرعة الحجمية للتفاعل، أحسب قيمتها عند اللحظة $t=0$، ثم استنتج سرعة تشكل شوارد الألمنيوم عند نفس اللحظة.

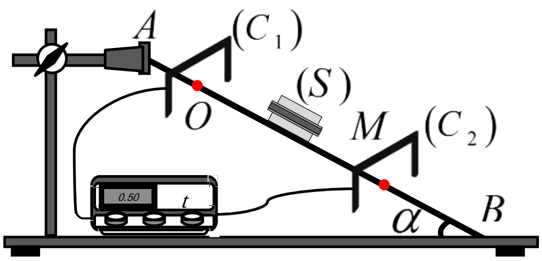
التمرين التجريبي: (06 نقاط)

تعتبر الحركة المستقيمة نوعا من أنواع الحركات، تتعلق بالتأثيرات الميكانيكية التي تخضع لها وبالشروط الابتدائية.

يهدف هذا التمرين إلى دراسة حركة جسم صلب على مستوي مائل وأفقي.

- **المعطيات:** $g=9{,}8\,m.s^{-2}$

التجربة 01:



الشكل. 9 حركة جسم صلب فوق مستوي مائل

ينزلق جسم صلب (S) كتلته m بدون سرعة ابتدائية على مستوي مائل AB زاوية ميله $\alpha=14°$.

نثبّت الخليتين الضوئيتين (C_1) و (C_2) لقياس الزمن بين موضع الانطلاق O وموضع الوصول M، ومن أجل مسافات x بين الخليتين نقيس الزمن t الذي تستغرقه العربة لقطع هذه المسافة.

نكرّر هذه التجربة من أجل مسافات مختلفة (الشكل.9)، تمّ تسجيل النتائج في الجدول التالي:

$x(m)$	0,30	0,50	0,70	0,90	1,10
$t(s)$	0,50	0,65	0,77	0,87	0,96
$t^2(s^2)$					

1. بفرض أن قوى الاحتكاك مهملة.

1.1. مثّل القوى الخارجية المؤثرة على مركز عطالة الجسم (S) أثناء حركته.

2.1. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن جد عبارة التسارع $a_{thé}$ لمركز عطالة الجسم (S)، ثمّ أحسب قيمته.

3.1. اكتب المعادلتين الزمنيتين للسرعة $v(t)$ والموضع $x(t)$.

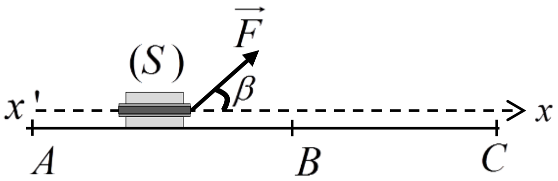
2. أكمل الجدول، ثم أرسم البيان $x=f(t^2)$، باستعمال سلم رسم مناسب.

3. اعتمادا على البيان $x=f(t^2)$، جد قيمة التسارع التجريبي a_{exp}.

4. قارن بين القيمتين $a_{thé}$ و a_{exp}، ضع استنتاجك فيما يخص الفرضية المعتمدة "**قوى الاحتكاك مهملة**".

التجربة 02:

يتحرك جسم صلب (S) كتلته $m=200g$ على مستوي خشن AC الموضّح في الشكل.10، ويخضع لقوة جر ثابتة $\vec{F}$ على المسار AB فقط، يصنع حاملها مع المستوي الأفقي زاوية $\beta=30°$.



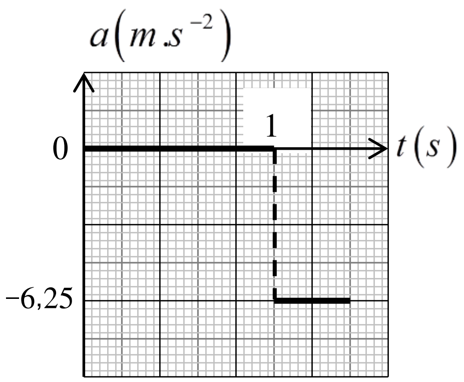
الشكل. 10 حركة جسم صلب فوق مستوي أفقي

1. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على مركز عطالة الجسم (S)

بيّن أنّ عبارة التسارع a_1 خلال المسار AB تكتب بالعبارة التالية: $a_1=\dfrac{F.\cos(\beta)-f}{m}$

2. استنتج عبارة التسارع a_2 للجسم (S) خلال المسار BC.

3. الدراسة التجريبية لحركة مركز عطالة الجسم (S) على المسار AC، مكّنتنا من الحصول على البيان الممثّل لتغيّرات التسارع a بدلالة الزمن t الموضّح في الشكل.11.



الشكل. 11 تغيّرات التسارع a بدلالة الزمن

1.3. حدّد طبيعة حركة مركز عطالة الجسم (S) على المسار AB ثم BC.

2.3. استنتج قيمة كل من: f و F.

انتهى الموضوع الثاني

<table>
<tr><th rowspan="2">عناصر الإجابة (الموضوع الأول)</th><th colspan="2">العلامة</th></tr>
<tr><th>مجزأة</th><th>مجموعة</th></tr>
<tr><td>

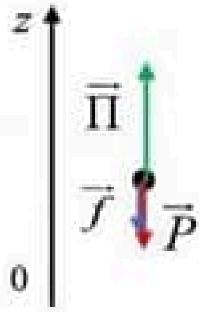
التمرين الأول: (04 نقاط)

1.1. إحصاء القوى وتمثيلها:

– الجملة: منطاد + سلة + التجهيز العلمي.

– المرجع: سطحي أرضي نعتبره غاليليا.

– الثقل $\vec{P}$ – الاحتكاك $\vec{f}$ – دافعة أرخميدس $\vec{\Pi}$



</td><td>0,75</td><td rowspan="4">02,25</td></tr>
<tr><td>

2.1. إثبات المعادلة التفاضلية:

- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على مركز عطالة الكرة:

$$\sum \vec{F}_{ext} = m \cdot \vec{a} \Rightarrow \vec{P} + \vec{f} + \vec{\Pi} = m \cdot \vec{a}$$

بإسقاط العبارة الشعاعية على محور الحركة:

$$-P - f + \Pi = m \cdot a \Rightarrow -m.g + A \cdot \rho_{air} \cdot v^2 + \rho_{air} \cdot V_b \cdot g = m \cdot \frac{dv}{dt}$$

وعليه: $\frac{dv}{dt} + \frac{A \cdot \rho_{air}}{m} \cdot v^2 = -g + \frac{\rho_{air} \cdot V_b \cdot g}{m}$

منه: $\frac{dv}{dt} + \frac{A \cdot \rho_{air}}{M} \cdot v^2 = g \cdot \left(\frac{\rho_{air} \cdot V_b}{M} - 1 \right)$

</td><td>2x0,25</td></tr>
<tr><td>

3.1. عبارة التسارع الابتدائي a_0 والسرعة الحدية $v_{\lim}$:

• التسارع الابتدائي a_0: $\left. \begin{array}{l} \left.\frac{dv}{dt}\right|_{t=0} = a_0 \\ v = 0 m.s^{-1} \end{array} \right\} \Rightarrow a_0 = g \cdot \left(\frac{\rho_{air} \cdot V_b}{M} - 1 \right)$

• السرعة الحدية $v_{\lim}$: $\left. \begin{array}{l} \frac{dv}{dt} = 0 m.s^{-2} \\ v = v_{\lim} \end{array} \right\} \Rightarrow v_{\lim} = \sqrt{\frac{g \cdot (\rho_{air} \cdot V_b - M)}{A \cdot \rho_{air}}}$

</td><td>0,25
0,25</td></tr>
<tr><td>

4.1. التحليل البعدي للثابت A:

لدينا:

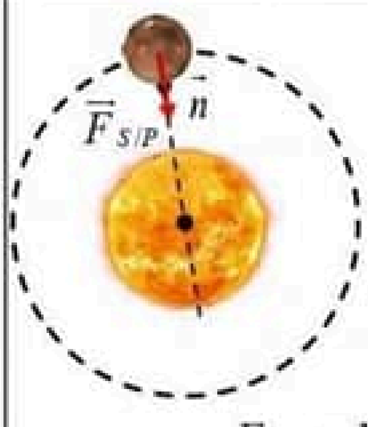
$$A = \frac{f}{\rho_{air} \cdot v^2} \rightarrow [A] = \frac{[f]}{[\rho_{air}] \cdot [v]^2} = [A] = \frac{[m] \cdot [a]}{[\rho_{air}] \cdot [v]^2} = \frac{M \cdot L \cdot T^{-2}}{M \cdot L^{-3} \cdot L^2 \cdot T^{-2}} = L$$

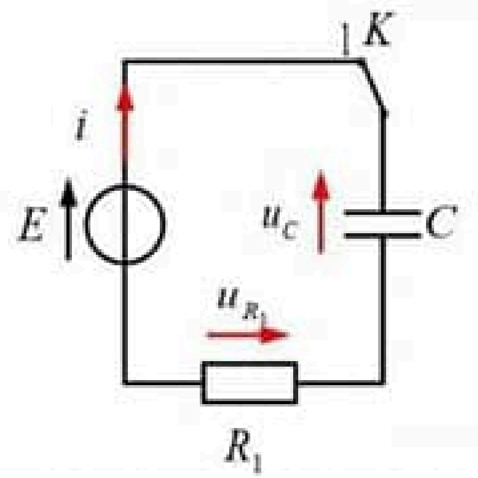
</td><td>0,50</td></tr>
<tr><td>

1.2. تحديد عبارة الكتلة الصحيحة:

عند اللحظة $t = 0$، نعلم أن $f = 0N$، منه:

</td><td></td><td></td></tr>
</table>

0,75	2x0,25	$a>0 \Rightarrow -m.g+\rho_{air}\cdot V_b\cdot g>0 \Rightarrow -m.g>-\rho_{air}\cdot V_b\cdot g$ وعليه: $m<\rho_{air}\cdot V_b$
	0,25	**2.2. حساب الكتلة الأعظمية m_2 للتجهيز العلمي:** من العلاقة السابقة: $m=\rho_{air}\cdot V_b \Rightarrow m_0+m_1+m_2=\rho_{air}\cdot V$ منه: $m_2=\rho_{air}\cdot V-(m_0+m_1)=1{,}29\times 9-(2{,}1+0{,}5)=9{,}01kg$
01,00	2x0,25	**1.3. تحديد قيمة السرعة الحدية $v_{\lim}$ والتسارع الابتدائي a_0:** • التسارع الابتدائي a_0: $a_0=\left.\frac{dv}{dt}\right\|_{t=0}=\frac{5{,}15-0}{0{,}375-0}=13{,}73m.s^{-2}$ • السرعة الحدية $v_{\lim}$: $v_{\lim}=5{,}1m.s^{-1}$
	0,25 0,25	**2.3. استنتاج قيمة الكتلة m_2' والثابت A:** •الكتلة m_2': $a_0=g\cdot\left(\frac{\rho_{air}\cdot V_b}{m}-1\right)\Rightarrow m=\frac{\rho_{air}\cdot V_b\cdot g}{a_0+g}=\frac{1{,}29\times 9\times 9{,}8}{13{,}73+9{,}8}=4{,}83kg$ منه: $m_2'=m-(m_0+m_1)=4{,}83-(2{,}1+0{,}5)=2{,}23kg$ •الثابت A: $v_{\lim}=\sqrt{\frac{g\cdot(\rho_{air}\cdot V_b-m)}{A\cdot\rho_{air}}}\Rightarrow A=\frac{g\cdot(\rho_{air}\cdot V_b-m)}{v_{\lim}^2\cdot\rho_{air}}$ منه: $A=\frac{9{,}8\times(1{,}29\times 9-4{,}83)}{5{,}1^2\times 1{,}29}=1{,}98m$ نحن سندك
0,25	0,25	**التمرين الثاني: (04 نقاط)** **1. توضيح حول الشكل.3:** يوضح الشكل.3 القانون الأول لكيبلر، والذي تكلم فيه على أن الكواكب تدور حول الشمس وفق مسارات اهليليجية تقع الشمس في أحد محرقيه.
	2x0,25	**2. 2-1. تحديد المرجع المناسب للدراسة وتعريفه:** • مرجع الدراسة: هيليومركزي • تعريف: هو مرجع مزود بمعلم مرتبط بمركز الشمس ومحاور موجه لثلاث نجوم بعيدة نعتبرها ثابتة.
	2x0,25 0,25 0,25	**2-2. إثبات السرعة المدارية v_P:**  - الجملة: كوكب (P). - القوة وتمثيلها: $\vec{F}_{S/P}$ - بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على مركز عطالة الجملة: $\sum\vec{F}_{ext}=M_P.\vec{a}\Rightarrow\vec{F}_{S/M}=M_P.\vec{a}$ بإسقاط العبارة الشعاعية على المحور الناظمي: $F_{S/M}=M_P.a \Rightarrow a=G\cdot\frac{M_S}{r_P^2}$

02,25	0,25	بما أن حركة الكوكب منتظمة، إذن: $a=a_n \Rightarrow \frac{{v_P}^2}{r_P}=G\cdot\frac{M_S}{{r_P}^2} \Rightarrow v_P=\sqrt{\frac{G\cdot M_S}{r_P}}$
	0,50	**2-3. استنتاج عبارة القانون الثالث لكيبلر:** نعلم أن: $T=\frac{2\pi r_P}{v_P} \Rightarrow \frac{{T_P}^2}{{r_P}^3}=\frac{4\pi^2}{G\cdot M_S}$
	01,00	**2-4. اكمال الجدول:** • الأرض: $\frac{{T_T}^2}{{r_T}^3}=\frac{4\times 3,14^2}{6,67\times 10^{-11}\times 2\times 10^{30}}\approx 3\times 10^{-19}$ $r_T=\sqrt[3]{\frac{(365,25\times 24\times 3600)^2}{3\times 10^{-19}}}\approx 1,5\times 10^{11}\,m=1U.A$ • المريخ: $T_M=\sqrt{(1,515\times 1,5\times 10^{11})^3\times 3\times 10^{-19}}=5,93\times 10^7\,s=686,34\,jour$ $\frac{{T_T}^2}{{r_T}^3}=\frac{{T_M}^2}{{r_M}^3}\approx 3\times 10^{-19}$
0,50	0,25	**3. 3-1. حساب النسبة** $\frac{T_T}{T_M}$: $\frac{T_T}{T_M}=\frac{365,25}{686,34}=0,53$
	0,25	**3-2. مناقشة صحة العبارة:** العبارة صحيحة المذكورة في السند، أي المريخ يقطع تقريبا دورة كاملة، تقطع الأرض دورتين حول الشمس. $T_M=1,88\times T_T\approx 2\cdot T_T$
	3x0,25	**التمرين الثالث: (06 نقاط)** **I. 1. تمثيل اتجاه التيار والتوترات:** 
	0,25 2x0,25	**2. 2-1. تعيين قيمة E و τ_1:** من المنحنى (01)، نجد: $E=4V$ نعلم أن: $u_C(\tau_1)=0,63E=2,52V$ بالإسقاط على منحنى (2)، نجد: $\tau_1=2ms$
		2-2. التحقق من أن $C=20\,\mu F$:

	0,50	نعلم أن: $C=\frac{\tau_1}{R_1}=\frac{2\times10^{-3}}{100}=20\times10^{-6}F\Rightarrow C=20\,\mu F$
	0,50	**3. إيجاد المعادلة التفاضلية التي يحققها u_C:** بتطبيق قانون جمع التوترات: $u_C+u_{R_1}=E\Rightarrow u_C+R_1C\cdot\frac{du_C}{dt}=E\Rightarrow\frac{du_C}{dt}+\frac{1}{R_1.C}\cdot u_C=\frac{E}{R_1.C}$
	0,25 2x0,25	**4. إيجاد الثوابت α و A وحساب قيمها:** باشتقاق عبارة $u_C(t)$، نجد: $\frac{du_C}{dt}=A.\alpha\cdot e^{-\alpha t}$ بتعويض عبارة $u_C(t)$ و $\frac{du_C}{dt}$ في المعادلة التفاضلية، نجد: $A.\alpha\cdot e^{-\alpha t}+\frac{A}{R_1\cdot C}\left(1-e^{-\alpha t}\right)=\frac{E}{R_1\cdot C}\Rightarrow A\cdot e^{-\alpha t}\left(\alpha-\frac{1}{R_1\cdot C}\right)+\frac{A}{R_1\cdot C}=\frac{E}{R_1\cdot C}$ وعليه: $\begin{cases}A=E\\ \alpha=\frac{1}{R_1C}\end{cases}$
	0,50	**5. حساب قيمة الطاقة المخزنة في المكثفة عند $t_1=4ms$:** نعلم أن: $E_C(t_1)=\frac{1}{2}Cu_C(t_1)^2=\frac{20}{2}\cdot\left(4\left(1-e^{-0,2\times4}\right)\right)^2=120\,\mu J$
	0,25 2x0,25 0,50	**1. تحديد قيمة ثابت الزمن τ_2 واستنتاج قيمة مقاومة الناقل الأومي R_2:** * قيمة ثابت الزمن τ_2: نعلم أن: $u_C(\tau_1)=0,37\times U_0=1,276V$ بالإسقاط على البيان (3)، نجد: $\Delta t=\tau_2+t_1=8ms$ وعليه: $\tau_2=4ms$ * قيمة مقاومة الناقل الأومي R_2: نعلم أن: $R_2=\frac{\tau_2}{C}=\frac{4\times10^{-3}}{20\times10^{-6}}=200\Omega$
	0,75	**2. حساب قيمة الطاقة المحولة في الناقل الأومي عند اللحظة $t_2=8ms$:** عند t_2: $E_C(t_2)=\frac{20\times1,27^2}{2}=16,13\,\mu J$ وعليه: $E_R=120-16,13=103,87\,\mu J$
	0,25	**التمرين التجريبي: (06 نقاط)** **1. دراسة محلول مائي لحمض الإيثانويك:** **1. معادلة تفاعل حمض الإيثانويك مع الماء:** $CH_3COOH_{(aq)}+H_2O_{(l)}=CH_3COO^-_{(aq)}+H_3O^+_{(aq)}$

الإجابة	العلامة	
2. عبارة نسبة التقدم النهائي τ_{f0} بدلالة pH و C_0، وتبيان أن الحمض ضعيف: *عبارة τ_{f0}: $$\tau_{f0}=\frac{10^{-pH}}{C_0}$$ *تبيان أن الحمض ضعيف : $\tau_{f0}=\frac{10^{-3,4}}{10^{-2}}\approx 0,04$ بما أن $\tau_{f0}<1$ إذن الحمض ضعيف	0,75	
3. 3-1. إيجاد عبارة ثابت الحموضة Ka بدلالة τ_f و C_1: لدينا: $Ka=\frac{[CH_3COO^-]_f[H_3O^+]_f}{[CH_3COOH]_f}$ من جهة أخرى: $[CH_3COO^-]_f=[H_3O^+]_f=\tau_f C_1$; $[CH_3COOH]_f=C_1-[H_3O^+]_f=C_1(1-\tau_f)$ وعليه: $Ka=\frac{\tau_f^2 C_1}{1-\tau_f}$	0,75	
3-2. تبيان عبارة τ_f^2: بما أن $\tau_f \ll 1$، إذن: $Ka=\tau_f^2 C_1 \Rightarrow \tau_f^2=\frac{Ka}{C_1}$ ونعلم أيضا أن: $C_1(V_0+V_e)=C_0V_0 \Rightarrow C_1=\frac{C_0V_0}{V_0+V_e}$ وعليه: $\tau_f^2=\frac{Ka}{\frac{C_0V_0}{V_0+V_e}}=Ka\left(\frac{V_0+V_e}{C_0V_0}\right)=\frac{Ka}{C_0V_0}V_e+\frac{Ka}{C_0}$	0,75	
4. 4-1. إيجاد قيمة ثابت الحموضة Ka وحجم المحلول V_0: *عبارة بيانية : $\tau_f^2=1,58\times10^{-4}\cdot V_e+1,58\times10^{-3}$ *مطابقة بين العبارة البيانية والعبارة النظرية : $\begin{cases}\frac{Ka}{C_0V_0}=1,58\times10^{-4}\\ \frac{Ka}{C_0}=1,58\times10^{-3}\end{cases} \Rightarrow \begin{cases}V_0=10ml\\ Ka=1,58\times10^{-5}\end{cases}$	0,75	
4-2. استنتاج تأثير التمديد على نسبة التقدم النهائي: كلما كان المحلول ممدد كانت نسبة التقدم النهائي أكبر.	0,25	
2. تفاعل حمض الإيثانويك مع كحول: **1. كتابة معادلة تفاعل الأسترة الحادث في أنبوب اختبار:** $$CH_3COOH_{(l)}+C_4H_9OH_{(l)}=CH_3COOC_4H_{9(l)}+H_2O_{(l)}$$	0,25	

2. إنشاء جدول تقدم التفاعل الذي يحدث في كل أنبوب اختبار: (0,25)

معادلة التفاعل		$Ac_{(l)}$ +	$Al_{(l)}$ =	$E_{(l)}$ +	$H_2O_{(l)}$
الحالة	التقدم	كميات المادة بالـ mol			
الابتدائية	0	$0,05$	$0,05$	0	0
الانتقالية	x	$0,05-x$	$0,05-x$	x	x
النهائية	x_f	$0,05-x_f$	$0,05-x_f$	x_f	x_f

3. 3-1. تعريف سرعة التفاعل، وإثبات عبارتها: (0,75)

تغير تقدم التفاعل في وحدة الحجم $v=\dfrac{dx}{dt}$

عبارة مردود التفاعل عند لحظة t: $r=\dfrac{x}{x_{max}}\cdot 100 \Rightarrow x=\dfrac{x_{max}}{100}\cdot r$

منه: $v=\dfrac{d\left(\dfrac{x_{max}}{100}\cdot r\right)}{dt}=\dfrac{x_{max}}{100}\cdot\dfrac{dr}{dt}=5\times10^{-4}\times\dfrac{dr}{dt}$

3-2. حساب سرعة التفاعل عند اللحظة $t=2h$: (0,25)

$$v=5\times10^{-4}\times\frac{56,5-47}{2-0}\approx 2,4\times10^{-4}\,mol.h^{-1}$$

3-3. تحدد قيمة مردود تفاعل الأسترة عند بلوغ التوازن، واستنتاج صنف الكحول المستعمل: (0,50)

بما أن المزيج الابتدائي متساوي في كمية المادة ومردود تفاعل الأسترة 60%، إذن الكحول المستعمل ثانوي.

3-4. إعطاء تسمية كل من الكحول المستعمل والأستر المتشكل: (0,50)

الكحول	الأستر
بوتان 2-أول	إيثانوات 1-ميثيل البروبيل
$CH_3-CH(OH)-CH_2-CH_3$	$CH_3-COO-CH(CH_3)-CH_2-CH_3$

عناصر الإجابة (الموضوع الثاني)	العلامة مجزأة	العلامة مجموعة
التمرين الأول: (04 نقاط) **1. 1-1. أهمية النواة الحديدية:** الرفع من قيمة ذاتية الوشيعة.	0,25	
1-2. إيجاد المعادلة التفاضلية لشدة التيار الكهربائي المار في الدار: بتطبيق قانون جمع التوترات: $u_b + u_R = E \Rightarrow L_0 \cdot \frac{di}{dt} + (R_0 + r)\cdot i = E \Rightarrow \frac{di}{dt} + \frac{R_0 + r}{L_0}\cdot i = \frac{E}{L_0}$	0,50	
1-3. إيجاد عبارة الثوابت A، B و α: لدينا: $i(t) = A + B e^{\alpha t} \rightarrow \frac{di}{dt} = \alpha \cdot B \cdot e^{\alpha t}$ بتعويض عبارة $i(t)$ و $\frac{di}{dt}$ في المعادلة التفاضلية السابقة، نجد: $\frac{di}{dt} + \frac{R_0 + r}{L_0}\cdot\left(A + B e^{\alpha t}\right) = \frac{E}{L_0} \Rightarrow B e^{\alpha t}\cdot\left(\alpha + \frac{R_0 + r}{L_0}\right) + \frac{(R_0 + r)\cdot A - E}{L_0} = 0$ منه: $A = \frac{E}{R_0 + r}$; $\alpha = -\frac{R_0 + r}{L_0}$ من الشروط الابتدائية: $i(0) = A + B e^{0} = 0 \rightarrow B = -A = -\frac{E}{R_0 + r}$	01,00	
1-4. حساب معامل توجيه المماس عند اللحظة $t = 0$ واستنتاج قيمة ذاتية الوشيعة L_0: • حساب معامل توجيه المماس عند اللحظة $t = 0$: $\left.\frac{di}{dt}\right\|_{t=0} = \frac{100 - 0}{1 - 0} = 100 A\, s^{-1}$ • استنتاج قيمة ذاتية الوشيعة L_0: من المعادلة التفاضلية وفي اللحظة $t = 0$، نجد: $\left.\frac{di}{dt}\right\|_{t=0} = \frac{E}{L_0} \Rightarrow L_0 = \frac{E}{\left.\frac{di}{dt}\right\|_{t=0}} = \frac{10}{100} = 0{,}1H$	0,50	
1-5. إيجاد قيمة τ_0: $\tau_0 = 1ms$	0,25	
1-6. إيجاد قيمة r و R_0: • حساب قيمة r: $\tau_0 = \frac{L_0}{R_0 + r} = \frac{L_0}{10r} \Rightarrow r = \frac{L_0}{10\tau_0} = \frac{0{,}1}{10\times 10^{-3}} = 10\Omega$ • حساب قيمة R_0: $R_0 = 9r = 90\,\Omega$	0,50	

2. إرفاق كل تجربة بالبيان الموافق: • التجربة 01 : $I_1=\frac{E}{R_0+r}=0,1mA \; ; \; \tau_1=3\tau_0=3ms$ وهذا ما يوافق البيان (a). • التجربة02 : $I_2=\frac{E}{2R_0+r}=0,052A \; ; \; \tau_2=\frac{3L}{2R_0+r}=1,57ms$ وهذا ما يوافق البيان (c). • التجربة 03 : $I_3=\frac{E}{2R_0+r}=0,052A \; ; \; \tau_3=\frac{L}{2R_0+r}=0,53ms$ وهذا ما يوافق البيان (b).	01,00	
التمرين الثاني: (04 نقاط) **1. تعريفات:** • نواة مشعة: هي نواة غير مستقرة تتفكك تلقائيا إلى نواة أكثر استقرارا بإصدار إشعاعات $\alpha \cdot \beta \cdot \gamma$. •تفكك β^- :عبارة عن إلكترون $^{0}_{-1}e$ ،ينتج عن تحول نترون إلى بروتون وفق المعادلة: $^{1}_{0}n \rightarrow ^{1}_{1}P + ^{0}_{-1}e$	01,00	01,00
2. معادلة تفكك النواة $^{14}_{6}C$: بما أن النواة $^{14}_{6}C$ تقع فوق وادي الاستقرار فإن نمط تفككها β^-، وعليه: $^{14}_{6}C \rightarrow ^{A}_{Z}X + ^{0}_{-1}e$ بتطبيق قانوني الانحفاظ لصودي نجد : $\begin{cases}14=A+0\\6=Z-1\end{cases} \Rightarrow \begin{cases}A=14\\Z=7\end{cases} \rightarrow ^{14}_{7}N$ $^{14}_{6}C \rightarrow ^{14}_{7}N + ^{0}_{-1}e$	0,75	0,75
3. 3-1. كتابة عبارة قانون النشاط الإشعاعي $A(t)$، وإثبات عبارة $\ln A(t)$: • كتابة عبارة قانون النشاط الإشعاعي $A(t)$: $A(t)=A_0 \cdot e^{-\lambda t}$ • إثبات عبارة $\ln A(t)$: بإدخال اللوغاريتم على عبارة $A(t)$: $\ln A(t)=\ln\left(A_0 \cdot e^{-\lambda t}\right) \Rightarrow \ln A(t)=\ln A_0+\ln e^{-\lambda t}$ وعليه: $\ln A(t)=-\lambda \cdot t+\ln A_0$	0,25 0,50	
3-2. تحديد ثابت النشاط الإشعاعي λ واستنتاج زمن نصف العمر $t_{1/2}$: • ثابت النشاط الإشعاعي λ: اعتمادا على بيان الشكل.5: $\ln A(t)=-1,209\times10^{-4}\cdot t-1,469$ بمطابقة العبارة البيانية والعبارة النظرية (سؤال 3-1)، نجد: $\lambda=1,2\times10^{-4}an$ • زمن نصف العمر $t_{1/2}$: $t_{1/2}=\frac{\ln 2}{\lambda}=\frac{\ln 2}{1,209\times10^{4}}\approx 5730an$	0,25 0,5	
3-3. تحديد تاريخ وفاة "الملكة تي": من العلاقة التالية: $t=\frac{1}{\lambda}\ln\frac{A_0}{A(t)}=\frac{1}{1,2\times10^{-4}}\ln\frac{0,230}{0,154}=3342,7ans$	0,75	

3-4. توضيح حول النتائج: — 0,25 — 0,25

صحيحة $4000_{ans} > t > 3000 ans$

التمرين الثالث: (06 نقاط)

- **الجزء الأول:**

1. تحديد قطبية العمود والتمثيل الاصطلاحي:

* قطبية العمود : بما أن التيار يمر من صفيحة النحاس نحو صفيحة الألمنيوم، معناه : — 0,25

– المسرى الموجب $(+)$: Cu – المسرى السالب $(-)$: Al

* الرمز الاصطلاحي : $(-)Al / Al^{3+} // Cu^{2+} / Cu(+)$ — 0,25

2. كتابة المعادلات النصفية المعادلة الإجمالية لاشتغال العمود: — 0,75

* معادلات التفاعل النصفية الحادثة عند كل مسرى :

– المسرى السالب: $Al = Al^{3+} + 3e^-$ – المسرى الموجب: $Cu^{2+} + 2e^- = Cu$

* معادلة اشتغال العمود : $2Al_{(s)} + 3Cu^{2+}_{(aq)} = 2Al^{3+}_{(aq)} + 3Cu_{(s)}$

3. حساب كسر التفاعل الابتدائي $Q_{r,i}$ وتحديد جهة تطور الجملة الكيميائية: — 0,50

*حساب كسر التفاعل الابتدائي $Q_{r,i}$: $Q_{r,i} = \frac{[Al^{3+}]_0^2}{[Cu^{2+}]_0^3} = \frac{0,5^2}{0,5^3} = 2$

*تحديد جهة تطور الجملة الكيميائية : بما أن $Q_{r,i} < K$، فإن الجملة الكيميائية تتطور في الاتجاه المباشر (تشكل كل من Cu و Al^{3+})

4. إنشاء جدول تقدم التفاعل وتحديد قيمة التقدم الأعظمي x_{max}:

* جدول تقدم التفاعل : — 0,25

معادلة التفاعل		$2Al_{(s)}$ +	$3Cu^{2+}_{(aq)}$ =	$2Al^{3+}_{(aq)}$ +	$3Cu_{(s)}$
الحالة	التقدم	كميات المادة بالـ mol			
الابتدائية	0	n_1	n_2	n_3	n_4
انتقالية	x	$n_1 - 2x$	$n_2 - 3x$	$n_3 + 2x$	$n_4 + 3x$
النهائية	x_f	$n_1 - 2x_f$	$n_3 - 3x_f$	$n_3 + 2x_f$	$n_4 + 3x_f$

* تحديد قيمة التقدم الأعظمي x_{max}: — 0,50

نفرض أن Al متفاعل محد: $x_{max}(1) = \frac{m}{2M} = 1,85 \times 10^{-2}\ mol$

نفرض أن Cu^{2+} متفاعل محد: $x_{max}(2) = \frac{[Cu^{2+}]_0 V}{3} = 0,83 \times 10^{-2}\ mol$

بما أن $x_{max}(2) < x_{max}(1)$، إذن: $x_{max} = 0,83 \times 10^{-2}\ mol$

5. حساب قيمة كمية الكهرباء الأعظمية Q_{max}: — 0,50

$$Q_{max} = z\, x_{max} . F = 6 \times 0,83 \times 10^{-2} \times 96500 = 4805,7C$$

0,50

6. حساب تغير كتلة معدن الألومنيوم $\Delta m(Al)$:

من جدول تقدم التفاعل، لدينا: $\Delta n = 2x_{max} \Rightarrow \Delta m(Al) = 2x_{max} \cdot M(Al)$

وعليه: $\Delta m(Al) = 2 \times 0,83 \times 10^{-2} \times 27 \approx 0,4\,g$

0,25

– **الجزء الثاني:**

1. إنشاء جدول تقدم التفاعل:

معادلة التفاعل		$2Al$	$+ 6H_3O^+$	$= 2Al^{3+}$	$+ 3H_2$	$+ 6H_2O$
الحالة	التقدم	كميات المادة بالـ mol				
الابتدائية	0	n_1	n_2	0	0	
انتقالية	x	$n_1 - 2x$	$n_2 - 6x$	$2x$	$3x$	
النهائية	x_f	$n_1 - 2x_f$	$n_2 - 6x_f$	$2x_f$	$3x_f$	

0,50

2. تحديد البيانات على الشكل.7:

– العبارة البيانية لكل منحنى: $n(2) = -6x + 270 \quad ; \quad n(1) = -2x + 150$

– العبارة النظرية من جدول التقدم:

$$n(Al) = -2x + n_1 \quad ; \quad n(H_3O^+) = -6x + n_2$$

وعليه: $(1) \rightarrow H_3O^+ \quad ; \quad (2) \rightarrow Al$

0,50

3. تعيين المتفاعل المحد وقيمة التقدم الأعظمي x_{max}:

اعتمادا على البيان:

– المتفاعل المحد: H_3O^+ – قيمة التقدم الأعظمي x_{max}: $x_{max} = 45mmol$

2x0,25

4. تعريف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ وتحديد قيمته:

- تعريف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$: الزمن اللازم لبلوغ تقدم التفاعل نصف قيمته الأعظمية

$$x(t_{1/2}) = \frac{x_{max}}{2}$$

- تحديد قيمة زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$: $x(t_{1/2}) = \frac{45}{2} = 22,5mmol$ بالإسقاط على البيان.7،

نجد: $t_{1/2} = 1,1\min$

5. عبارة السرعة الحجمية للتفاعل، وحساب قيمته مع استنتاج سرعة تشكل شوارد الألومنيوم:

- عبارة السرعة الحجمية للتفاعل : $v_{vol} = \frac{1}{V_T} \cdot \frac{dx}{dt}$

0,25

- حساب قيمة السرعة الحجمية للتفاعل عند $t = 0$:

$$v_{vol}\big|_{t=0} = \frac{1}{V} \cdot \frac{dx}{dt} = \frac{1}{0,1} \times \frac{40-0}{1,4-0} = 285,7\,mmol.L^{-1}.\min^{-1}$$

0,25

- استنتاج سرعة تشكل الشوارد Al^{3+}:

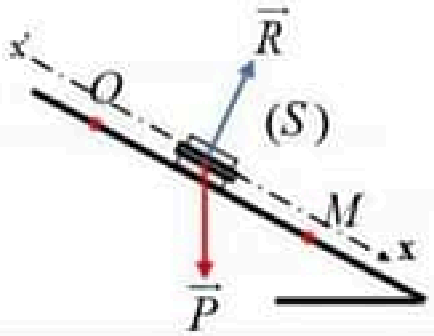
$$v(Al^{3+}) = 2v = 2 \cdot V \cdot v_{vol} = 2 \times 0,1 \times 285,7 = 57,14\,mmol.\min^{-1}$$

0,25

التمرين التجريبي: (06 نقاط)

1. التجربة 01:

2. 1-1. تمثيل القوى المؤثرة على الجسم (S): 0,50



– الجملة: الجسم (S).

– المرجع: سطحي أرضي نعتبره غاليليا. 0,25

1-2. إيجاد عبارة التسارع النظري $a_{thé}$ وحساب قيمته:

* إيجاد عبارة التسارع $a_{thé}$:

- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على مركز عطالة الجسم (S): 0,25

$$\sum \overrightarrow{F}_{ext} = m \cdot \overrightarrow{a_{thé}} \Rightarrow \overrightarrow{P} + \overrightarrow{R} = m \cdot \overrightarrow{a_{thé}}$$ 0,25

بإسقاط العبارة الشعاعية على محور الحركة: $P_x = m \cdot a_{thé} \Rightarrow a_{thé} = g \cdot \sin\alpha$

* حساب قيمة التسارع $a_{thé}$: $a_{thé} = 9,8 \cdot \sin 14° = 2,37 m.s^{-2}$ 0,25

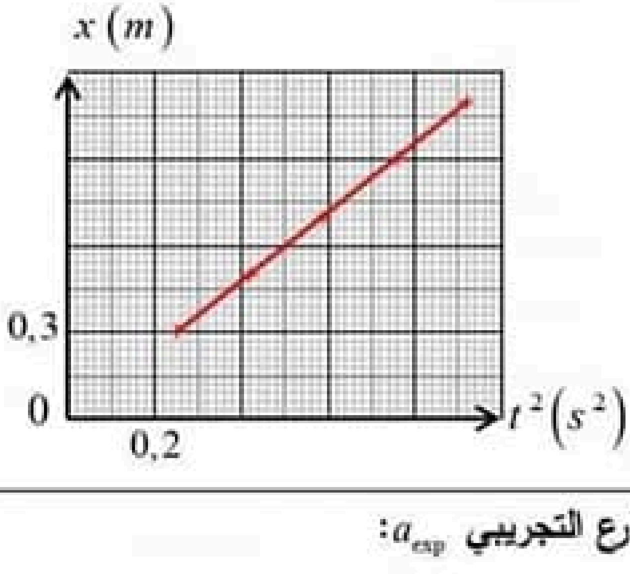
1-3. كتابة المعادلات الزمنية للسرعة $v(t)$ والموضع $x(t)$: 2x0,25

بمكاملة عبارة التسارع النظري $a_{thé}$، نجد: $v(t) = a_{thé} \cdot t$

تكامل مرة أخرى عبارة السرعة، نجد: $x(t) = \frac{1}{2} \cdot a_{thé} \cdot t^2$

3. إكمال الجدول ورسم البيان $x = f(t^2)$: 01,00

$x(m)$	0,30	0,50	0,70	0,90	1,10
$t(s)$	0,50	0,65	0,77	0,87	0,96
$t^2(s^2)$	0,25	0,42	0,59	0,76	0,92



4. حساب قيمة التسارع التجريبي a_{exp}: 0,50

العبارة البيانية: $x = 1,19 \cdot t^2$ وعليه: $a_{exp} = 2 \times 1,19 = 2,38 m.s^{-2}$

5. المقارنة بين $a_{thé}$ و a_{exp}، مع وضع استنتاج حول الفرضية: 2x0,25

من النتائج السابقة: $a_{exp} \approx a_{thé}$ وعليه الفرضية صحيحة "الاحتكاك مهمل.